

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2002 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

009644113

WPI Acc No: 1993-337662/ 199343

IC engine cylinder lining - made of hypereutectic aluminium@-silicon@ alloy whose outer surface is completely oxide-free prior to casting cylinder

Patent Assignee: AUDI AG (NSUM ); KS ALUMINIUM-TECHNOLOGIE AG (KSAL-N)

Inventor: EVERWIN P; LINDNER H

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4212716	A1	19931021	DE 4212716	A	19920416	199343 B

Priority Applications (No Type Date): DE 4212716 A 19920416

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 4212716	A1	5		B22D-021/04	

Abstract (Basic): DE 4212716 A

A cylinder or cylinder head cast from a hypoeutectic Al-Si alloy containing 4.5-13.5 wt.% Si is provided with an internal lining by casting in a bush made of hypereutectic Al-Si alloy having uniformly dispersed grains of Si, hard material and/or hard intermetallic compounds. Prior to casting, the outer surface of the bush is subjected to a process for removing organic impurities, followed by pickling in acid (mixture) to remove oxide. Finally, after water rinsing, it is pickled in a zincate solution.

USE/ADVANTAGE - In internal combustion engines. Bush provides good running surface which is not subjected to wear from a moving piston head, and the outer surface of the bush is reliably metallurgically bound to the cylinder wall due to the fact it was free from oxide.

Dwg.0/2

Derwent Class: M26; P53; Q68

International Patent Class (Main): B22D-021/04

International Patent Class (Additional): F16M-001/021

?





⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

⑩ DE 42 12 716 A 1

⑯ Int. Cl. 5:

B 22 D 21/04

F 16 M 1/021

// F02F 1/00, 7/00

DE 42 12 716 A 1

- ⑯ Aktenzeichen: P 42 12 716.5  
 ⑯ Anmeldetag: 16. 4. 92  
 ⑯ Offenlegungstag: 21. 10. 93

⑯ Anmelder:

KS Aluminium-Technologie AG, 74172 Neckarsulm,  
DE; Audi AG, 85057 Ingolstadt, DE

⑯ Vertreter:

Rieger, H., Dr., Rechtsanw., 6000 Frankfurt

⑯ Erfinder:

Everwin, Peter, 6927 Bad Rappenau, DE; Lindner,  
Horst, 8070 Ingolstadt, DE

⑯ Verfahren zur Herstellung von Zylindern oder Zylinderblöcken

⑯ In einen aus untereutektischer Aluminium-Gußlegierung bestehenden Zylinderblock für Verbrennungskraftmaschinen werden Laufbüchsen eingegossen. Zur Verringerung des Herstellungsaufwands bestehen die Laufbüchsen aus Aluminium-Gußlegierung mit in der Matrix eingebetteten Siliziumkörnern, deren Außenmantel in Säure oder einem Säuregemisch und anschließend in Zinkatlösung gebeizt wird.

DE 42 12 716 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von aus untereutektischer Aluminium-Gußlegierung vorzugsweise Aluminium-Silizium-Gußlegierung mit 4,5 bis 13,5 Gew.% Silizium gegossenen Zylindern oder Zylinderblöcken für Verbrennungskraftmaschinen mit unter metallischer Bindung eingegossenen Laufbüchsen, sowie danach hergestellte Zylinder und Zylinderblöcke.

Da die Wärmeleitzahl von Aluminium-Gußlegierungen rund dreimal größer ist als die Wärmeleitzahl von Grauguß, ist man beim Bau von Verbrennungskraftmaschinen bestrebt, Zylinder bzw. Zylinderblöcke aus Aluminium-Gußlegierungen zu verwenden. Neben der bei gleichen Temperaturen höheren thermischen Belastbarkeit bieten aus Aluminium-Gußlegierungen gefertigte Zylinder bzw. Zylinderblöcke vor allen Dingen einen erheblichen Gewichtsvorteil gegenüber aus Grauguß bestehenden Zylindern bzw. Zylinderblöcken. Zur Erreichung hoher Laufzeiten und/oder Formstabilität ist es bekannt, die Laufflächen von aus Aluminium-Gußlegierungen bestehenden Zylindern bzw. Zylinderblöcken mit einer 50 bis 80 µm dicken, auf galvanischem Wege erzeugten Nickel-Dispersionsschicht mit darin eingelagerten Siliziumcarbidteilchen in einer Größe von 1 bis 3 µm oder mit einer Hartchromschicht oder mit einer durch Flammenspritzen aufgetragenen Eisenschicht zu versehen (MAHLE Kolbenkunde, Heft 6, S. 10–12, MAHLE GmbH, Stuttgart 1984). Die Herstellung solcher Schichten ist mit einem nicht unerheblichen Verfahrensaufwand verbunden, wobei hinzukommt, daß im Reparaturfall die Handhabung der Regenerierung der Zylinderlaufflächen aufwendig und umständlich ist. Häufig werden als Zylinderlaufflächen eingegossene Grauguß-Laufbüchsen benutzt, die entweder eine durch Hinterschneidungen erzeugte rauhe Oberfläche aufweisen, die eine feste mechanische Bindung mit der Aluminium-Gußlegierung schaffen soll, oder die auf ihrem Außenmantel eine dünne Eisenaluminidschicht besitzen, welche beim Umgießen mit der Aluminium-Gußlegierung zu einer intermetallischen Bindung führt (KS – Technisches Handbuch, S. 274, Karl Schmidt GmbH, Neckarsulm 1963). Die Herstellung von Zylinderblöcken mit darin unter intermetallischer Bindung eingegossenen Grauguß-Büchsen ist relativ schwierig, da vier oder mehrere Laufbüchsen möglichst schnell in die Kölle eingesetzt werden müssen, damit die Eisenaluminidschicht beim Umgießen mit der Aluminium-Gußlegierung noch metallisch bindfähig ist.

Auf einen Laufflächenschutz kann verzichtet werden, wenn der Zylinder bzw. Zylinderblock aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung, z. B. des Typs AlSi17Cu4, besteht. Die in der Zylinderlauffläche durch Primärausscheidung aus der übereutektischen Aluminiumlegierung erzeugten, gleichmäßig verteilten und gleichmäßig ausgebildeten Siliziumkörner besitzen eine Korngröße von 30 bis 80 µm. Nach dem Gießen wird die Zylinderbohrung durch Vor- und Feinbohren mechanisch bearbeitet und anschließend vor- und feingehont, so daß die Siliziumkörner geglättet sind und zunächst mit der umgebenden Aluminium-Gußlegierung eine Ebene bilden. Nach dem Honvorgang wird die Aluminiumlegierungsmatrix zwischen den Siliziumkörnern durch elektrochemische oder chemische Bearbeitung gleichmäßig zurückgesetzt, so daß die Siliziumkörner als Traggerüst für die Kolbenringe und den Kolbenschaft aus der unbewehrten Zylinderlauffläche geringfü-

gig, d. h. um etwa 0,5 bis 2,0 µm, herausragen. Eine solche Zylinderlauffläche kann nur in Kombination mit einem wenigstens am Kolbenschaft mit einer Eisenschicht von etwa 20 µm Dicke beschichteten Leichtmetallkolben benutzt werden, um bei extremen Laufbedingungen unter allen Umständen einen Kontakt zwischen der Aluminiumlegierungsmatrix der Zylinderlauffläche und dem Leichtmetallkolben zu vermeiden. Durch die Eisenbeschichtung des Kolbenschafts wird der Kolbenschaft verschleiß erheblich gesenkt und die Freßneigung zwischen Kolbenschaft und Zylinderlaufbahn eliminiert (MTZ Motortechnische Zeitschrift Nr. 2/1974, S. 33–41). Der Nachteil besteht jedoch darin, daß der gesamte Zylinder bzw. Zylinderblock aus einer mit beachtlichem Aufwand hergestellten übereutektischen Hütt-Aluminiumlegierung gegossen werden muß. Beiträchtliche Probleme entstehen darüber hinaus bei der mechanischen Bearbeitung des Zylinders bzw. Zylinderblocks, da die Primärsiliziumkristalle zu einem hohen Werkzeugverschleiß ganz besonders beim Bohren von Gewinden führen. Bei kleinen Gewindedurchmessern ist ein Brechen der Bohrer sehr häufig und nahezu unvermeidlich.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, aus untereutektischer Aluminium-Gußlegierung gegossene Zylinder bzw. Zylinderblöcke bereitzustellen, die mit vergleichsweise geringerem Aufwand herstellbar sind und bei denen Verschleißfreiheit zwischen Kolben und Zylinderlauffläche gewährleistet ist.

Gelöst ist diese Aufgabe dadurch, daß die aus Aluminium-Gußlegierung gegossenen Laufbüchsen mit darin eingebetteten, gleichmäßig verteilten Körnern aus Silizium, Hartstoff und/oder harten intermetallischen Verbindungen vor dem Eingießen am Außenmantel nach Entfernung organischer Verunreinigungen in Säure oder einem Säuregemisch und nach dem Spülen in Zinkatlösung gebeizt werden.

Um eine metallische Bindung zwischen dem Zylinder bzw. dem Zylinderblock aus untereutektischer Aluminium-Gußlegierung und der Aluminiumlegierung der Laufbüchse zu erzielen, ist es erforderlich, die Laufbüchse nach der Entfernung organischer Verunreinigungen in Säure oder einem Säuregemisch und nach dem Spülen in einer Zinkatlösung zu beizen. Durch das Beizen in Säure bzw. Säuregemisch werden die auf der Oberfläche der Zylinderlaufbüchse vorhandenen Oxide und/oder Hydroxide abgetragen, die je nach den auf sie einwirkenden Atmosphärlinien eine Schichtdicke von bis zu 15 mm erreichen können. Da sich unmittelbar nach dem Säurebeizen auf den Laufbüchsen wieder eine dünne Oxid- bzw. Hydroxidschicht ausbildet, die eine metallisch einwandfreie Bindung mit der untereutektischen Aluminium-Gußlegierung behindern würde, wird die dünne Oxidschicht durch ein Eintauchen in eine Zinkatlösung beseitigt. Dabei wird das freie Aluminium mit Zink abgesättigt, so daß beim Zutritt von Sauerstoff die Ausbildung einer Oxidschicht unterbleibt. Die durch das Beizen mit Zinkatlösung erzeugte Zinkschicht besitzt eine Dicke von 30 bis 70 µm.

Ein besonders guter Abtrag der auf den Laufbüchsen ausgebildeten Oxid- und/oder Hydroxidschicht wird dann erreicht, wenn dem Beizen mittels Säure bzw. Säuregemisch ein Beizschritt mit Lauge vorausgeht.

Zweckmäßigerweise dauern die Beizvorgänge 80 bis 240 s, vorzugsweise 90 bis 180 s, und werden bei einer Temperatur von 50 bis 60 °C durchgeführt.

Für die Säurebeizung der Laufbüchsen kommen insbesondere Salpetersäure oder Flußsäure oder ein Ge-

misch aus beiden Säuren in Betracht, während sich für das Beizen mit Lauge insbesondere Natronlauge als zweckmäßig erwiesen hat.

Eine besondere Möglichkeit der Abtragung der auf der Oberfläche der Laufbüchsen durch Einwirkung der Atmosphärien gebildeten Oxid- und/oder Hydroxidschichten besteht darin, daß der Außenmantel der Laufbüchsen vor dem Eingießen mit der Strahlung eines Lasers, vorzugsweise eines Eximer-Lasers, ein- oder mehrmals belichtet wird, wodurch alle organischen Verunreinigungen sowie Oxid- und/oder Hydroxidschichten abgetragen werden. Nach der Laserbehandlung bildet sich auf der Oberfläche wieder eine dünne Oxid- bzw. Hydroxidschicht, die durch Eintauchen in Zinkatbeize beseitigt wird. Dabei wird das freie Aluminium mit Zink abgesättigt, so daß beim Zutritt von Sauerstoff keine Oxidschicht entstehen kann.

Die nach der Erfindung behandelten Laufbüchsen werden im allgemeinen unter Anwendung des Niederdruckgieß-, Druckgieß-, Preßgieß- oder des Lost-Foam-Gießverfahrens in den Zylinder bzw. Zylinderblock eingesetzt. Beim Einlauf der Schmelze in den Gießraum kommt es zu einer Temperaturerhöhung und je nach Gießverfahren zu einer geringeren oder stärkeren Gasturbulenz im Bereich des Gießraums.

Für die dabei auftretenden Belastungen ist in manchen Fällen die Dicke der Zinkschicht von 30 bis 70 µm nicht ausreichend, um die Oxidation der Aluminium-Gußlegierung der Laufbüchsen zu vermeiden. Es ist deshalb eine dickere, die Oxidation verhindrende Schutzschicht erforderlich. Im Rahmen der Ausgestaltung der Erfindung besteht die Schutzschicht aus einem galvanischen Überzug, einem Schmelzauchüberzug oder einem Spritzüberzug aus Zink oder Aluminiumbronze, der eine Dicke von 0,1 bis 1 mm besitzt.

Um die Porosität eines solchen Überzugs herabzusetzen, ist es angebracht, die Laufbüchse 0,5 bis 2 h lang bei einer Temperatur von 360 bis 390°C, vorzugsweise in inerter Atmosphäre, zu behandeln.

Die in den Laufbüchsen eingebetteten Körner werden in der Ebene der Zylinderlauffläche mechanisch, z. B. durch Honen, geglättet.

Zweckmäßigerweise wird die die Körner umgebende Matrix durch elektrochemische oder chemische Behandlung zurückgesetzt.

Die in den Laufbüchsen eingebetteten Körner übertragen die Matrix laufflächenseitig um 0,5 bis 5 µm, vorzugsweise 0,5 bis 2,5 µm.

Zweckmäßigerweise besitzen die Körner eine Größe von 20 bis 80 µm, vorzugsweise 30 bis 60 µm.

Nach einem weiteren Erfindungsmerkmal beträgt der Anteil der in der Matrix eingebetteten Körner 5 bis 50 Vol.-%, vorzugsweise 5 bis 30 Vol.-%.

Eine besondere Ausbildung der Erfindung ist darin zu sehen, daß die Laufbüchse aus einem mit Aluminium-Gußlegierung penetrierten keramischen Faserformkörper besteht, in den die Körner eingefügt sind.

Für die Matrix der Laufbüchsen werden vorzugsweise übereutektische Aluminium-Gußlegierungen, insbesondere Aluminium-Silizium-Gußlegierungen, wie z. B. AlSi17, eingesetzt.

Die Erfindung wird nachfolgend beispielhaft und näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen ausschnittsweisen Längsschnitt durch einen Zylinder eines Mehrzylinderblocks und

Fig. 2 das Detail X der Fig. 1 in 250-facher Vergrößerung.

In den aus einer untereutektischen Aluminium-Guß-

legierung des Typs AlSi9Cu3 gegossenen Mehrzylinderblock (1) ist eine Laufbüchse (2) aus der übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung des Typs Al-Si16Cu4 im Niederdruckgießverfahren eingegossen. Die 5 Zylinderlaufbüchse (2) besitzt eine Wanddicke (3) von 6 mm mit gleichmäßig in der späteren Zylinderlaufbahn (5) verteilten Siliziumkörnern (4) mit einer Korngröße zwischen 30 bis 60 µm. Die Zylinderlaufbüchse (2) wird zunächst mit einem alkalischen Entfettungsmittel bei einer Temperatur von ca. 50°C für die Dauer von 120 s behandelt. Nach dem Spülen der Zylinderlaufbüchse (2) mit entionisiertem Wasser erfolgt eine 160 s lang dauernde Beizung in Natronlauge. Nach erneuter Spülung mit entionisiertem Wasser wird die Zylinderlaufbüchse (2) 120 s lang in einem 55°C warmen Gemisch aus Salpetersäure und Flußsäure gebeizt. Anschließend wird wieder mit entionisiertem Wasser gespült und dann die Zylinderlaufbüchse (2) 120 s lang mit Zinkatbeize behandelt, wodurch das freie Aluminium der Zylinderlaufbüchse mit Zink abgesättigt wird. Danach wird auf der 10 50 µm dicken Zinkschicht (6) eine 0,5 mm dicke Zinkschicht galvanisch abgeschieden und anschließend die Zylinderlaufbüchse (2) einer Wärmebehandlung bei 15 385°C unterworfen.

Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel wird eine Zylinderlaufbüchse, die aus einem mit Aluminiumlegierung penetrierten hohlzylinderförmigen Formkörper von 20 3 mm Wanddicke aus Aluminiumoxidfasern mit darin eingefügten Siliziumkörnern von 30 bis 60 µm Korngöße besteht, auf seinem Außenmantel der UV-Strahlung eines Eximer-Lasers ausgesetzt, wodurch die auf dem Außenmantel befindliche Schicht aus Oxiden und/oder Hydroxiden abgetragen wird. Anschließend erfolgt eine 120 s dauernde Behandlung mit Zinkatbeize. Auf die 25 50 µm dicke Zinkschicht wird eine 0,7 mm dicke Zinkschicht durch thermisches Spritzen in inerter Atmosphäre aufgetragen. Nach einer abschließenden Wärmebehandlung bei 385°C wird die so vorbereitete Zylinderlaufbüchse in eine untereutektische Aluminium-Gußlegierung des Typs AlSi9Cu3 mit einem spezifischen Gießdruck von 800 bar eingegossen.

Der mit der Erfindung erzielte Vorteil besteht insbesondere in einer fehlerfreien metallischen Bindung zwischen Zylinder oder Zylinderblock und Laufbüchsen, wobei der Werkstoff des Zylinders oder Zylinderblocks und der Werkstoff der Lauffläche einen gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von aus untereutektischer Aluminium-Gußlegierung, vorzugsweise Aluminium-Silizium-Gußlegierung mit 4,5 bis 13,5 Gew.% Silizium, gegossenen Zylindern oder Zylinderblöcken für Verbrennungskraftmaschinen mit unter metallischer Bindung eingegossenen Laufbüchsen, dadurch gekennzeichnet, daß die aus Aluminium-Gußlegierung gegossenen Laufbüchsen mit darin eingebetteten, gleichmäßig verteilten Körnern aus Silizium, Hartstoff und/oder harten intermetallischen Verbindungen vor dem Eingießen am Außenmantel nach Entfernung organischer Verunreinigungen in Säure oder einem Säuregemisch und nach dem Spülen in Zinkatlösung gebeizt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Außenmantel der Laufbüchse nach der Entfernung organischer Verunreinigun-

- gen zunächst in Lauge gebeizt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Beizdauer 80 bis 240 s, vorzugsweise 90 bis 180 s, beträgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Beiztemperatur 50 bis 60°C beträgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Beizsäure Salpetersäure oder Flußsäure oder ein Säuregemisch aus 10 Salpetersäure und Flußsäure verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Beizlauge Natronlauge verwendet wird.
7. Verfahren zur Herstellung von aus untereutektischer Aluminium-Gußlegierung, vorzugsweise Aluminium-Silizium-Gußlegierung mit 4,5 bis 13,5 Gew.% Silizium, gegossenen Zylindern oder Zylinderblöcken für Verbrennungskraftmaschinen mit unter metallischer Bindung eingegossenen 15 Laufbüchsen, dadurch gekennzeichnet, daß die aus Aluminium-Gußlegierung gegossenen Laufbüchsen mit darin eingebetteten, gleichmäßig verteilten Körnern aus Silizium, Hartstoff und/oder harten intermetallischen Verbindungen vor dem Eingießen am Außenmantel mit der Strahlung eines Lasers, vorzugsweise eines Eximer-Lasers, ein- oder mehrmals belichtet und anschließend in Zinkatlösung gebeizt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 30 dadurch gekennzeichnet, daß auf die 30 bis 70 µm dicke Zinkschicht der Laufbüchse ein galvanischer Überzug, ein Schmelzauchüberzug oder ein Spritzüberzug aus Zink oder Aluminiumbronze in einer Dicke von 0,1 bis 1 mm aufgetragen wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Laufbüchse für die Dauer von 0,5 bis 2 h einer Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 360 bis 390°C, vorzugsweise in inerter Atmosphäre, unterworfen wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Laufbüchsen eingebetteten Körner in der Ebene der Zylinderlauffläche mechanisch geglättet werden.
11. Zylinder oder Zylinderblock hergestellt nach 45 einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Laufbüchsen (2) eingebetteten Körner (4) die Aluminium-Legierungsmatrix laufflächenseitig um 0,5 bis 5 µm, vorzugsweise 0,5 bis 2,5 µm, überragen.
12. Zylinder oder Zylinderblock nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Körner (4) eine 50 Größe von 20 bis 80 µm, vorzugsweise 30 bis 60 µm, besitzen.
13. Zylinder oder Zylinderblock nach den Ansprüchen 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil der in der Matrix der Laufbüchsen (2) eingebetteten Körner (4) 5 bis 50 Vol.%, vorzugsweise 5 bis 30 Vol.%, beträgt.
14. Zylinder oder Zylinderblock nach einem der 60 Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Laufbüchsen (2) aus in einen hohlzylindrischen Formkörper aus keramischen Fasern mit darin eingefügten Körnern (4) penetrierten Aluminium-Gußlegierung bestehen.
15. Zylinder oder Zylinderblock nach einem der 65 Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Matrix der Laufbüchsen (2) aus übereutekti-

scher Aluminium-Gußlegierung, vorzugsweise Aluminium-Silizium-Gußlegierung, wie z.B. AlSi17, besteht.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

**- Leersseite -**

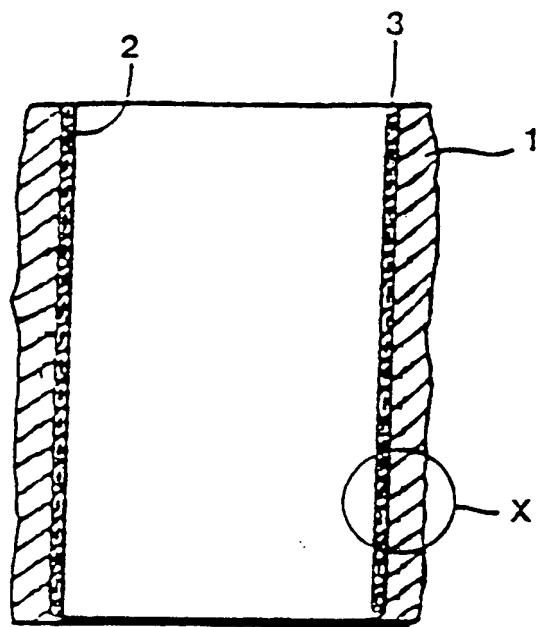


FIG. 1

\*

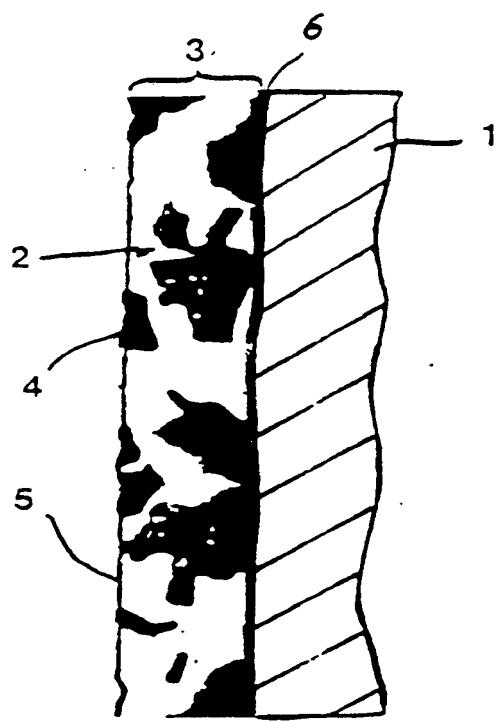


FIG. 2